

Javaslat a magyarországi talajok szemcseösszetétel szerinti osztályozásának pontosítására

FILEP GYÖRGY és FERENCZ GÉZA

Agrártudományi Egyetem, Debrecen

A különböző méretű szemcsefrakciók egymáshoz viszonyított aránya (a szemcseösszetétel vagy textúra) nagymértékben befolyásolja a talaj fizikai és fizikai-kémiai tulajdonságait. Ezért elméleti és gyakorlati szempontból egyaránt fontos, hogy a talajok szemcseösszetétel szerinti minősítését minél pontosabban végezzük.

A legtöbb országban az értékelést, a talajok *textúra osztályokba* sorolását, a három fő szemcsecsoport (a homok-, az iszap- és az agyagfrakció) százalékos aránya alapján, ún. *szemcseháromszögek* segítségével oldják meg. A diagramok azonban a szemcseosztályhatárok kijelölésében és az „összkép” tekintetében országonként eltérnek egymástól, még ha azonos szemcseméret-beosztást használnak is. Ennek több oka lehet.

a) A talajok textúra osztályokba sorolásához (akár szemcseháromszög, akár a szemcseösszetétellel összefüggő egyéb fizikai jellemzők alapján történik) nélkülözhetetlen a *helyszíni értékelés/minősítés* és annak a laboratóriumban mért textúrával (és/vagy a h_y -nal, K_A -val) történő összhangba hozása. (Csak így volt lehetséges pl. a hazai h_y -skála stb. elkészítése is.) A helyszíni vizsgálatok alapján levont következtetések azonban mindig több-kevesebb szubjektív elemet is tartalmaznak.

b) A szemcsefrakciók méretét a különböző beosztások nem egyformán adják meg (1. táblázat). E mellett a frakciókon belül, földrajzi régióként eltérő lehet (s általában eltérő is) a finom, középfinom, közepes és durva: homok/iszap/agyag aránya, ásványösszetétele.

c) A szemcseösszetétel meghatározása nem egységesített módszerrel történik. Pl. az USA-ban és Angliában a szerves anyag H_2O_2 -dal történő elroncsolása után, Na-hexametafoszfáttal (KLUTE, 1986; ill. ROWELL, 1994); Németországban pedig H_2O_2 -dal, majd Na-pirofoszfáttal (HARTGE & HORN, 1992) kezelik a talajt, nálunk viszont csak Na-pirofoszfátos diszpergálás van előírva (MSz-08. 0205-08, 1979).

Mindezekből (a, b, c) kitűnik, hogy *nincs egyetemes*, mindenütt alkalmazható (legalábbis ellenőrzés nélkül használható) *osztályozás* (VERHEYE &

1. táblázat

A fő szemcsefrakciók mérethatárai (mm) a legismertebb osztályozások szerint

(1) Szemcse- frakciók	Atterberg (ISSS)*	USDA	(2) Angol szabvány	(3) Német szabvány	Kacsinsz- kij
a) homok	2–0,02	2–0,05	2–0,06	2–0,063	3–0,05
b) iszap	0,02–0,002	0,05–0,002	0,06–0,002	0,063–0,002	0,05–0,001
c) agyag	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,001

*ISSS (International Soil Science Society) rendszere

AMERYCKX, 1984; MOTT, 1988; BAIZE, 1993). Az USDA szemcseháromszög (Soil Survey Staff, 1951) *sem általános érvényű, s nem általánosan elfogadott* és használt, hanem csak általánosan ismert, melyet az USA-n kívül – némi módosítással – elsősorban Kanadában, s (egyszerűsített formában) a FAO „Világ Talajtérkép” elkészítésénél használtak/használnak. Az utóbbitól lényeges eltéréseket mutat azonban pl. az „European Soil Bureau” kiadványában (1998) szereplő egyszerű háromszög-diagram is. Az Angliában, Németországban, Franciaországban és Ausztráliában kidolgozott/használt szemcseháromszögek pedig nemcsak az USDA-étól, hanem egymástól is jelentősen eltérnek (HOGDSON, 1974; AG Bodenkunde, 1982; BAIZE, 1993; McDONALD et al., 1990).

Az előzőekből következik, hogy ha kétféle megközelítést, pl. az egyszerűen mérhető talajfizikai jellemzőkre (h_y , K_A , leiszapolható rész %) épülő és valamely szemcseháromszögben definiált értékelést, alternatív módszerként kívánunk alkalmazni (amint ezt a jelenlegi Magyar Szabvány és a legutóbbi Módszertkönyv előírja), *el kell végezni a kétféle rendszerrel kapott eredmények összehasonlítását, s lehetőség szerinti egyeztetését*, ill. a határértékek – vizsgálati adatokból kiinduló – módosítását. Hangsúlyozni kell, hogy a szemcseháromszögek használatára csak a szemcseösszetétel ismeretében végzett kategorizálás esetén van szükség és *lehetőség*. Ha megbízható más talajfizikai jellemző (h_y , K_A), ill. kategóriarendszer áll rendelkezésre, akkor – gyakorlati célú munkáknál – szemcseháromszög nem szükséges. A *kétféle minősítési rendszerrel kapott eredménynek* azonban, bármely minta – vagy legalább a talaj(minták) többsége – esetén *meg kell(ene) egyezni*. Ezt pedig csak vizsgálati adatokra alapozott értékelés révén lehet eldönteni, ill. ha szükség van rá, a megfelelő módosításokat elvégezni.

A magyarországi talajokra közvetlenül alkalmazható szemcseháromszög eddig nem készült. A talajok textúra szerinti minősítése – az ún. „fizikai talajféleség” megállapítása – egyszerűen és viszonylag gyorsan mérhető talajfizikai jellemzőkre (leiszapolható rész %, higroszkóposági érték, Arany-féle kötöttségi szám) kidolgozott *tapasztalati kategóriarendszer* alapján történik.

A 0,002 mm-nél kisebb átmérőjű szemcsecsoportra a *leiszapolható rész* elnevezést, s ennek alapján a talajok megkülönböztetését WIEGNER (1920) java-

2. táblázat
A textúra osztályok megállapítása a leiszapolható rész
(fizikai agyag) % alapján, különböző szerzők szerint

(1) Textura osztály	WIEGNER (1920)	Dw.-V.* (1938)	STEFANOVITS (1957)	MTA TAKI (1962)	ROTHKEGEL & HERZOG (1935)	KACSINSZKI (1938)
	Ø < 0,02 mm			Ø < 0,01 mm/%		
a) durva homok	–	< 10	< 10	< 10	–	< 5
b) homok/kötött homok	< 10	10–20	10–25	10–15	< 10	5–10
c) vályogos/agyagos homok	10–20	20–30	–	15–25	10–20	10–20
d) homokos vályog	20–30	30–40	25–30	25–35	20–30	20–30
e) vályog	30–40	–	30–60	35–60	30–45	30–45
f) agyagos (nehéz) vályog	40–50	40–50	60–70	60–70	45–60	45–60
g) vályogos/homokos agyag	–	50–60	–	–	–	–
h) agyag (közepes agyag)	50–75	60–70	70–80	70–80	> 60	60–80
i) nehéz (kövér) agyag	> 75	> 70	> 80	> 80	–	> 80

* Dw.-V. (DWORAK & ID. VÁRALLYAY, cit. KLIMES-SZMIK, 1953)

solta először. Később ROTHKEGEL és HERZOG (1935) a $< 0,01$ mm átmérőjű részecskék (a $< 0,01$ mm leiszapolható rész) mennyiségén alapuló besorolást közöltek, amit Németországban, az 1935–1952 közötti időszakban végzett földértékelésnél, s az ehhez kapcsolódó 1:5000 méretarányú talajtérképek készítésénél alkalmaztak (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL, 1956; MÜCKENHAUSEN, 1982). KACSINSZKIJ (1938) szintén a $< 0,01$ mm méretű (általa „fizikai agyag”-nak nevezett) szemcsék mennyisége szerint különböztetett meg textúra osztályokat. A leiszapolható rész % és a fizikai agyag % tehát szinoním fogalomként használható, de mindig meg kell adni, hogy az a konkrét esetben milyen méretű szemcsefrakciókat jelöl.

Nálunk a leiszapolható rész (Lr) %-ra ID. VÁRALLYAY (1938), majd STEFANOVITS (cit. KLIMES-SZMIK, 1957) és az MTA TAKI Talajfizikai Osztálya (in KLIMES-SZMIK, 1962) javasolt kategóriarendszert. A 2. táblázatból látható, hogy a különböző hazai és külföldi szerzők által megadott határértékek között több esetben jelentős eltérések vannak. Ez egyrészt az alapadatok számának/megbízhatóságának különbözőségére, másrészt a vizsgálati módszerekben mutatkozó (főként a minták előkészítésével összefüggő) eltérésekre vezethető vissza, részben pedig a minősítés szubjektív elemeinek módosító hatásai-
val magyarázható.

A Kuron-szerint mért *higroszkóposági érték* (h_y) és a szemcseösszetétel közötti összefüggésekkel – magyar kutatók közül – elsőként MADOS (1938) foglalkozott részletesen, majd KLIMES-SZMIK (1953) a talajok értékelésére szolgáló egyszerűsített táblázatot mutatott be. Az *Arany-féle kötöttségi számra* (K_A) vonatkozóan pedig eredetileg ARANY (1943) állapított meg határértékeket. A jelenleg is használt csoportosítás, az előzőeknek STEFANOVITS (cit. KLIMES-SZMIK, 1957) által kibővített és módosított változata (3. táblázat).

Mivel *külföldön* a talajok szemcseösszetétel szerinti osztályozásánál az utóbbi évtizedekben *sem a h_y -értéket, sem a leiszapolható rész %-ot nem veszik figyelembe* (a K_A pedig csak Magyarországon ismert), indokoltnak tartottuk e há-

3. táblázat

A talajok szemcseösszetétel szerinti csoportosítása a h_y - és a K_A -értékek alapján
(STEFANOVITS, cit KLIMES-SZMIK, 1957)

(1) Textúra osztály	h_y	K_A
a) durva homok	$< 0,5$	< 25
b) homok	0,5–1,0	25–30
c) homokos vályog	1,0–2,0	30–38
d) vályog	2,0–3,5	38–42
e) agyagos vályog	3,5–5,0	42–50
f) agyag	5,0–6,0	50–60
g) nehéz agyag	$> 6,0$	> 60

rom jellemző és a talajok szemcseösszetétele közötti összefüggések elemzését. Majd ebből kiindulva egy olyan szemcseháromszög megszerkesztését tűztük ki célul, amelyik szoros kapcsolatban van a nálunk használt egyszerű talajfizikai paraméterekkel, s az ezekre javasolt/javasolható határértékekkel.

A kitűzött cél eléréséhez szükségeszerű a fő szemcsefrakciók mennyisége, valamint a textúra osztályok megállapítására használt/javasolt talajfizikai jellemzők közötti *összefüggések számszerűsítése*.

Ismert, hogy a h_y és a K_A értékét a talaj agyagtartalma (A%), továbbá az agyag+iszap mennyisége (Lr%), s ezen belül az agyag:iszap arány nagymértékben befolyásolja. A h_y értékére, ezen kívül, főként a szervesanyag-tartalom, s az agyagásványok minősége, a K_A -ra pedig a homokfrakció szemcsemérete van kimutatható hatással.

Az összefüggés-vizsgálatok célja jelen esetben nem az adott paraméter értékét befolyásoló különböző komponensek egyedi hatásának elemzése, hanem a szemcseösszetétel és a *szemcseosztályok megállapítása szempontjából mértékadó jellemzők* közötti (statisztikailag megbízható) kapcsolat(ok) számszerűsítése volt. Igaz ugyan, hogy valamely agyag %-hoz tartozó h_y -érték nemcsak az agyagfrakció mennyiségét, hanem az említett egyéb tényezők hatását is tükrözi, azonban megfelelő számú adatpár és 0,9 körüli korrelációs koeficiens esetén az összefüggés-vizsgálat használható *tapasztalati egyenletek megfogalmazására* ad lehetőséget.

Hasonló megoldásokat más talajjellemzőkre vonatkozóan is gyakran alkalmaztak/alkalmaznak. Ilyenek pl. a jól ismert ESP–SAR (RICHARDS, 1954), vagy a pH–V% közötti összefüggések (SCHACHTSCHABEL & RINGER, 1966) és a hasonlók, melyeket eredményesen használnak annak ellenére, hogy az ESP értékét pl. a kolloidok minősége, s az oldat anionösszetétele, a V%-ot és a pH-t pedig a talaj humusztartalma, s a humusz minősége számottevően befolyásolja.

Anyag és módszer

Az összefüggések kimutatásához az ország különböző részeiből származó 692 db talajminta megfelelő jellemzőit használtuk. A mintakollekció 447 mintájának adatsora a DATE Kutató Intézetéből (Karcag), 187 mintáé az MTA TAKI adatbázisából, 58 talajé pedig saját vizsgálatokból származott. Valamennyi mintának ismert a szemcseösszetétele, 475-nek az Arany-féle kötöttségi száma, 321 talajnak pedig a Sík-féle higroszkóposága is. A 692 mintából 622-nél a: > 0,25; 0,25–0,05; 0,05–0,02; 0,02–0,01; 0,01–0,005; 0,005–0,002 és a < 0,002 mm-es frakciók, míg 70 talaj esetében a: 0,25–0,05; 0,05–0,01; 0,01–0,005; 0,005–0,001, valamint a < 0,001 mm méretű szemcsefrakciók mennyisége lett meghatározva. A talajminták előkezelése minden esetben Na-pirofoszfáttal történt (MSz-08.0205-78, 1979; VÁRALLYAY, 1993).

A mérethárak egységesítését, ill. a mért értékeknek az Atterberg- és az USDA-szerinti beosztáshoz igazítását (ahol szükséges volt) log-log transzformált szemeloszlási görbék alapján, lineáris interpolációval végeztük.

A következő lépésben a szemcseösszetételt, valamint a Sík-féle higroszkóposágot és/vagy az Arany-féle kötöttségi számot (K_A) tartalmazó adatsoro-

kon megvizsgáltuk az Atterberg- és az USDA-beosztás szerint vett három fő szemcsefrakció %-os értéke, valamint a textúra osztályok megállapítására nálunk használt talajjellemzők közötti korrelációt. Ezek alapján

– elemeztük, hogy a szemcseösszetétel milyen mértékben szabja meg a h_y és a K_A értékét, ill. milyen szoros a kapcsolat a leiszapolható rész % ($L_r\%$) és az agyag % között,

– kiválasztottuk azokat a szemcsecsoportokat, amelyek a legszorosabb korrelációban állnak a h_y , a K_A és az $L_r\%$ értékével,

– vizsgáltuk, hogy melyik szemcseméret-beosztás szerint célszerű megadni az osztályozás alapjául szolgáló fő szemcsefrakciók (agyag, iszap, homok) mérethatárait.

A szemcseháromszög megszerkesztésénél a:

h_y -agyag %; h_y -(agyag+iszap) %;

K_A -agyag %; K_A -(agyag+iszap) %;

(agyag+iszap)-agyag %, valamint a $h_y - K_A$

kapcsolatokat leíró regressziós egyenletek közül a legszorosabb korrelációt mutató összefüggéseket vettük figyelembe.

Eredmények, következtetések

A h_y , a K_A és az agyag+iszap % ($L_r\%$) minden esetben szorosabb összefüggést mutatott az Atterberg-féle (ISSS), mint az USDA által javasolt frakcióhatárokkal, ezért a további számításoknál, első közelítésben az Atterberg szerinti beosztást használtuk.

1. A h_y és az agyag %, valamint a h_y és a leiszapolható rész % ($L_r\%$) közötti kapcsolatot mutató ábrán (1. ábra) látható, hogy kis agyag-, ill. a kis (agyag+iszap)-tartalmú talajoknál az összefüggés jelentősen eltér a lineáristól (1. ábra 1. jelű görbék), így ezeknél exponenciális függvény alkalmazását tartjuk szükségesnek. A kapott regressziós egyenletek:

a h_y -agyag % összefüggésre

$$1. \text{ (exponenciális), } A \% = 14,637 h_y^{0,7423}; \quad r = 0,917 \quad (1)$$

$$2. \text{ (lineáris), } A \% = 7,811 h_y + 8,889; \quad r = 0,913 \quad (2)$$

a h_y -(agyag + iszap) % összefüggésre

$$1. \text{ jelű görbe, } (A+I) \% = 27,778 h_y^{0,691}; \quad r = 0,880 \quad (3)$$

$$2. \text{ jelű vonal, } (A+I) \% = 10,38 h_y + 25,726; \quad r = 0,834; \quad (4)$$

ahol A az agyagfrakciót, I az iszapfrakciót jelenti.

A számítások tehát azt mutatják, hogy a h_y az agyagfrakcióval igen szoros kapcsolatban van, a $h_y - L_r$ % korreláció ennél gyengébb.

2. Az Arany-féle kötöttségi szám és a talajok finomrészcskéinek mennyisége közötti összefüggést (2. ábra) kifejező egyenletek:

a K_A -agyag % adatpárookra

$$A \% = 1,079 K_A - 21,45 ;$$

$$r = 0,762$$

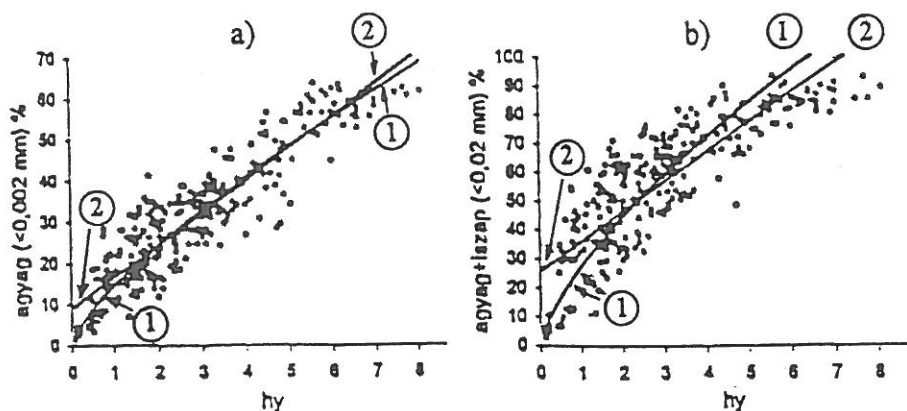
(5)

a K_A -(agyag+iszap) % adatpárookra

$$(A+I) \% = 0,1335 K_A^{1,5625} ;$$

$$r = 0,835.$$

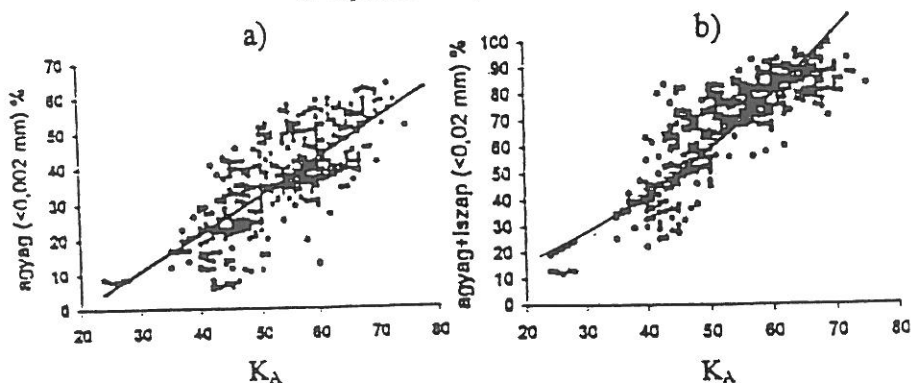
(6)



1. ábra

A hy -agyag % (a), valamint a hy -(agyag+iszap) % (b) közötti összefüggések.

1. exponenciális; 2. lineáris



2. ábra

A K_A -agyag %, valamint a K_A -(agyag+iszap) % összefüggések a vizsgált mintáknál

Az (1)-(4) és az (5)-(6) egyenletek r értékeit összehasonlítva megállapítható, hogy

- a K_A -nak mind az agyag-, mind az (agyag+iszap)-tartalommal lazább a kapcsolata, mint a hy -nek;

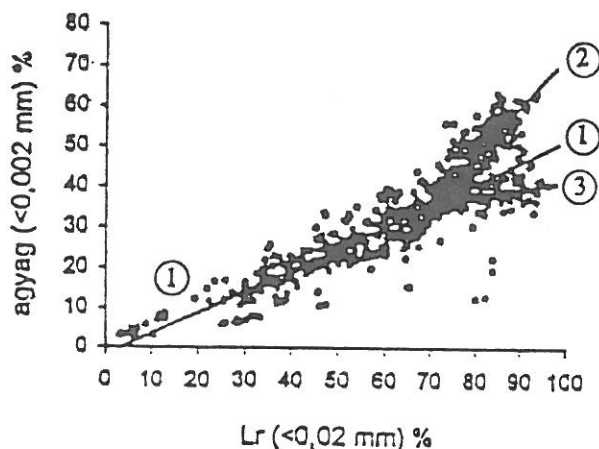
- a K_A és az Lr % között jóval szorosabb az összefüggés, mint a K_A és az A % között.

Ugyanakkor, a K_A és a h_y korrelációja igen szoros:

$$h_y = 0,14 K_A - 3,38 \quad \text{és ebből} \quad (7a)$$

$$K_A = \frac{h_y + 3,38}{0,14}; \quad r = 0,912. \quad (7b)$$

3. A leiszapolható rész % és az agyag % adatpárokat feltüntető ábrából (3. ábra) kitűnik, hogy ha $L_r \% < 70$, a két paraméter között szoros lineáris összefüggés van. Ennél nagyobb $L_r \%$ esetén azonban az egyenlet csak a minták egy részére érvényes, többségüknél határozott agyag- vagy iszapdominancia mutatkozik (3. ábra 2. és 3. jelzésű vonalak).



3. ábra

A leiszapolható rész % és az agyagtartalom közötti függvénykapcsolatok.

1. Átlagos (ha $L_r \% < 70$); 2. agyag dominanciájú; 3. iszap dominanciájú L_r esetén

Az összefüggéseket leíró egyenletek:

$$1. A \% = 0,5396 L_r \% - 1,9187; \quad r = 0,909 \quad (8)$$

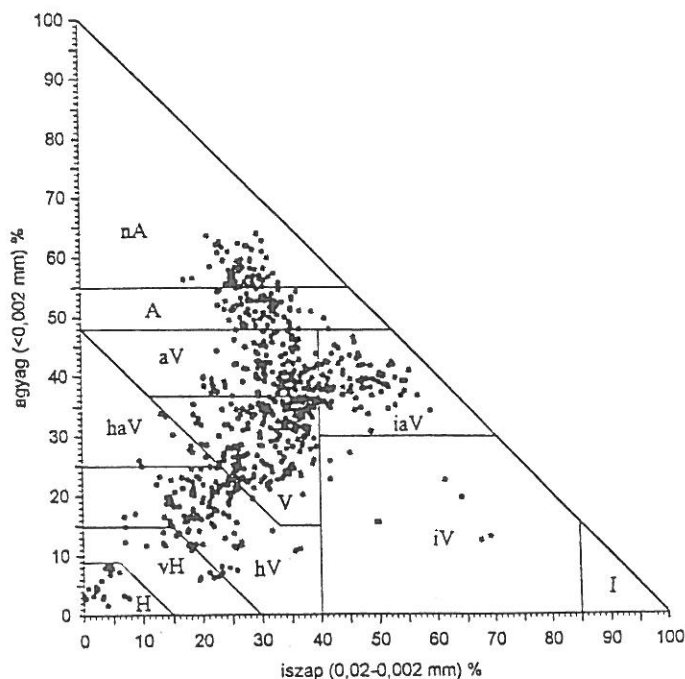
ha pedig $L_r \% > 70$

$$2. (\text{agyag dominanciájú } L_r \text{ esetén}) \quad A \% = 1,2143 L_r \% - 48,749; \quad r = 0,833 \quad (9)$$

$$3. (\text{iszap dominancia esetén}) \quad A \% = 0,1475 L_r \% + 26; \quad r = 0,902. \quad (10)$$

4. Az egyes minták agyag- és iszaptartalmát megjelenítő kétváltozós szemcseháromszög (4. ábra) lehetőséget ad az iszapos- és iszap-, valamint az agyagdominanciájú talajok elhatárolására, majd a textúra osztályok kijelölésére. Az egyes textúra osztályokra jellemző agyagtartalom megállapításánál, a higroszkóposági értékhatárokból (3. táblázat) indultunk ki, kiegészítő jellemzőként pedig a L_r %-ot és az iszaptartalmat (I %) vettük figyelembe. Ezek alapján a textúra osztályok (az ún. „fizikai talajféleség” kategóriák) bővítését, ill. két esetben az elnevezés módosítását javasoljuk. a) Indokoltnak látszik a nagy agyag-

tartalmú ($A\% = 25\text{--}48$), s ugyanakkor 50 %-nál több homokot tartalmazó talajoknál a *homokos agyagos vályog*, a 40 %-nál több iszapot tartalmazó talajoknál pedig az *iszapos*, ill. iszap talaj megnevezés. b) A durva homok és a homok kategóriák helyett pedig megfelelőbbnek tűnik a *homok* és a *vályogos homok* név használata.



4. ábra

Az iszap % és az agyag % értékeit feltüntető kétváltozós szemcseháromszög.
(Textúra osztályok: H = homok; vH = vályogos homok; hV = homokos vályog;
V = vályog; haV = homokos agyagos-vályog; aV = agyagos vályog; A = agyag;
nA = nehéz agyag; iV = iszapos vályog; iaV = Iszapos agyagos-vályog; I = iszap)

5. A szokásos formájú, háromváltozós szemcseháromszöget a 4. ábra transzformálásával szerkesztettük (5. ábra). Ebből egyszerűen leolvasható a különböző textúra osztályokra jellemző szemcseösszetétel, s ennek alapján megoldható a vizsgált talajok minősítése/besorolása is.

Az egyes textúra osztályok különválasztására, a háromszög alapján, a következő határértékek szolgálnak:

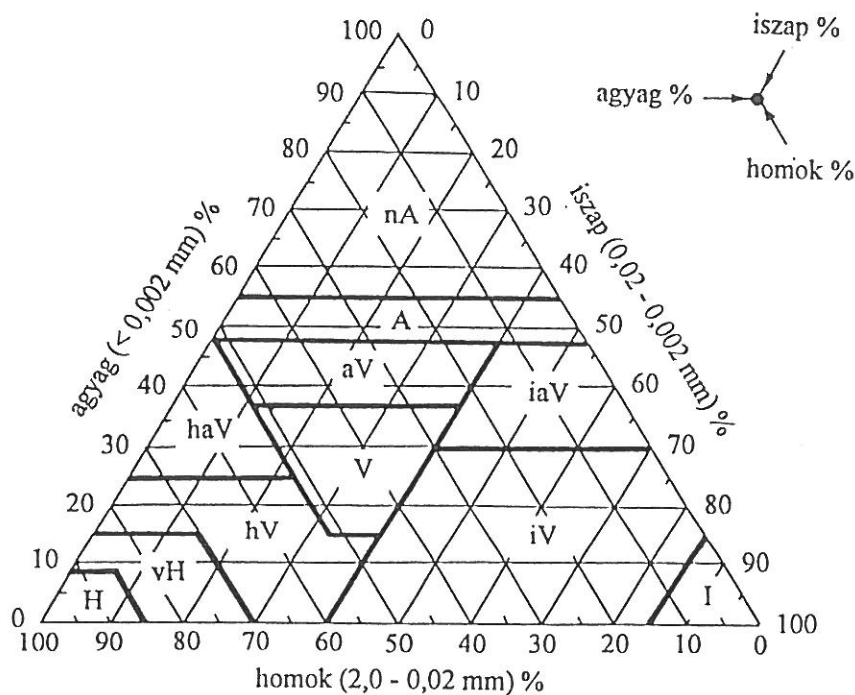
homok (H)	*A% < 9	és	H% > 85	
vályogos homok (vH)	A% < 9	és	H% = 70–85,	vagy
	A% = 9–15	és	H% = 70;	

homokos vályog (hV)	A% < 15	és	H% = 45–70,	I% < 40, vagy
	A% = 15–25	és	H% > 52,	I% < 33;
vályog (V)	A% = 15–37	és	H% = 23–52,	I% 11–40;
homokos agyagos vályog (haV)	A% = 25–48	és	H% > 52,	I% < 23;
agyagos vályog (aV)	A% = 37–48	és	H% = 12–52,	I% < 40;
agyag (A)	A% 48–55			
nehéz agyag (nA)	A% > 55.			

*Az (1) egyenlet alapján: $h_y = 0,5$ -nek 8,74 A% felel meg.

Iszapos talajok:

iszapos vályog (iV)	A% < 30	és	I% = 40–85;
iszapos agyagos vályog (iaV)	A% = 30–48	és	I% > 40;
iszap talaj (I)			I% > 85.



5. ábra

A magyarországi talajok szemcseösszetételének, az Atterberg-szerinti szemcseméreteken alapuló, értékeléséhez javasolt háromváltozós diagram

Textúra osztályok: H = homok; vH = vályogos homok; hV = homokos vályog; V = vályog; haV = homokos agyagos-vályog; aV = agyagos vályog; A = agyag; nA = nehéz agyag; iV = iszapos vályog; iaV = iszapos agyagos-vályog; I = iszap

6. A L_r %, a h_y és a K_A kapcsolata a javasolt szemcseháromszöggel. A 3. és 4. ábra is azt mutatja, hogy a talajoknak a leiszapolható rész % (L_r %) alapján történő jelenlegi csoportosítását, sok esetben nem lehet összhangba hozni a szemcseháromszöggel, ill. a definiált textúra osztályokkal. Gyakran előfordulhat, hogy ugyanolyan L_r %-ot tartalmazó talajok – az agyag- és iszapfrakció arányától függően – különböző textúra osztályokba tartoznak. Pl. L_r % = 70 esetén, ha: 40 A% + 30 I%, akkor *agyagos vályog*; ha az arány 35 A% + 35 I%, akkor *vályog*; 40 A% + 20 I% összetételnél *agyagos vályog*; ha pedig 50 A% + 20 I% alkotja a leiszapolható részt, akkor *agyag* textúrájú a talaj. Ezért a leiszapolható rész meghatározásával egyidejűleg az agyagfrakció mérését is el kell végezni. Ez egyszerűen megoldható, ha az ülepítéshez minden mintából két – vagy több – ismételtesben készül szuszpenzió, s az egyikből a L_r %-ot, a másikkal pedig (pl. 16 óra 12 perc 20 mp, kb. egy éjszakai állás után, 21 cm mélységből kivett minta bepárlásával) az agyagfrakciót határozzuk meg. A kapott eredményekből, a szemcseháromszög segítségével, a talajok textúra szerinti besorolása gyorsan elvégezhető. A fenti megoldás elsősorban gyakorlati célú minősítéshez (térképezés, szaktanácsadás stb.) használható, mivel az előkezelés nélküli főzés nem biztosítja a talaj megfelelő diszpergálását, azaz kevesebb L_r % és A% mérhető, mint a nemzetközi „A” előkészítés vagy a Na-pirofoszfátos módszer alkalmazásakor.

A *higroszkóposági értékek* alapján becsült textúra osztályok viszont, ha a talajban az iszap % < 40 (ami a magyarországi talajok túlnyomó részénél így van), gyakorlatilag kielégítően egyeznek a szemcseháromszögből megállapíthatóval. A h_y és az agyag % közötti igen szoros összefüggés ((1) egyenlet) lehetővé teszi továbbá az adott h_y -hoz tartozó A%, s ennek alapján a szemcseháromszöggel megállapított textúra osztályok és frakcióarányok becslését. A 4. táblázat a h_y -ra STEFANOVITS (1975) által közölt határértékeket, s az ezekből számított agyag %-ot mutatja.

Az Arany-féle *kötöttségi szám* (K_A) – nagyrészt a végpontjelzés (fonalpróba) hibáiból adódóan – kevésbé pontos és kevésbé reprodukálható, mint a h_y . Ennek ellenére – az évtizedek alatt felhalmozódott rendkívül sok adat, valamint a K_A általános használata miatt – indokolt, hogy a kötöttségi szám és a talaj szemcseösszetétele közötti kapcsolatot továbbra is figyelembe vegyük. A 4. táblázatban a szemcseháromszög szerinti textúra osztályokra jellemző (a h_y - K_A összefüggésből számított) K_A -értékek szerepelnek. A táblázatból látható, hogy a jelenleg használt K_A -kategóriákhoz (3. táblázat) viszonyítva, a vályog és az annál finomabb textúrájú talajoknál lényegesen nagyobbak a fentiek szerint becsült határértékek, ezek azonban jobban hasonlítanak keverőgéppel meghatározott – a kézi keveréssel kapottnál mindig nagyobb – kötöttségi értékekhez.

A bemutatott eredmények természetesen nem zárják ki azt, hogy az összefüggéseket (több és újabb adatok birtokában) később még jobban pontosítsuk, s azokat a 0,05–0,002 mm méretű iszapfrakciót figyelembe véve, tovább bővítsük.

4. táblázat

A javasolt szemcseháromszöggel összevethető hy -, agyag %- és K_A -értékek a különböző textúrájú talajoknál

(1) Textúra osztály	hy	(2) Agyag %	(3) K_A
a) homok	< 0,5	< 8,5	< 28
b) vályogos homok	0,5–1,0	8,5–14,5	28–32
c) homokos vályog	1,0–2,0	14,5–25	32–38
d) vályog	2,0–3,5	25–37	38–50
e) agyagos vályog	3,5–5,0	37–48	50–60
f) agyag	5,0–6,0	48–55	60–67
g) nehéz agyag	> 6,0	> 55	> 67

Összefoglalás

A < 0,02 mm leiszapolható rész (L_r) %, a higroszkóposág (hy), az Arany-féle kötöttségi szám (K_A) és a talajok szemcseösszetétele (textúrája) közötti összefüggések számszerűsítését, valamint az ezekkel összehangolt szemcseháromszög megszerkesztését tűztük ki célul.

A hy és a talaj agyagtartalma között – számításaink szerint is – igen szoros a korreláció. Ezért az egyes textúra osztályokra („fizikai talajféleség” kategóriákra) jellemző agyagtartalom megállapításánál, s a szemcseháromszög (4. és 5. ábra) szerkesztésénél, a hy -ra jelenleg is használt határértékekből (3. táblázat) indultunk ki.

Rámutattunk, hogy a textúra osztályok becslésére szolgáló három egyszerű talajfizikai paraméter közül, a leiszapolható rész % alapján – a talajonként eltérő agyag/iszap arány miatt – nem lehet az osztályozást pontosan elvégezni, ehhez a $L_r\%$ mellett az agyag % ismerete is szükséges lenne. A 4. táblázatban közölt hy - és K_A -értékek szerinti besorolás viszont (a megfelelő agyag %-ot figyelembe véve), a 40 %-nál kisebb iszaptartalmú talajoknál összevethető a javasolt szemcseháromszög alapján megállapítható textúra osztályokkal.

Hangsúlyozzuk, hogy a következőkben (több és újabb adat birtokában) szükség van az összefüggések további pontosítására, s az elemzéseknek a 0,05–0,002 mm-es iszapfrakciókra alapozott bővítésére/fejlesztésére.

Irodalom

- ARANY S., 1943. Vezérfonal a mezőgazdasági főiskolai hallgatók laboratóriumi gyakorlatához. Szerző kiadása. Debrecen.
- Arbeitsgemeinschaft Bodenkunde, 1982. Kartieranleitung Anleitung und Richtlinien zur Herstellung der Bodenkarte 1:25 000. Hannover.

- BAIZE, D., 1993. Soil Science Analyses. (Translated from French). J. Wiley and Sons. New York.
- Georeferenced Soil Database for Europe, 1988. European Soil Bureau and Joint Res. Centre, EC. Ispra, Italy.
- HARTGE, K. H. & HORN, R., 1992. Die Physikalische Untersuchung von Böden. Ferdinand Enke Verlag. Stuttgart.
- HODGSON, J. M. (Ed.) 1974. Soil Survey Field Handbook. Soil Survey of England and Wales. Technical Monograph. No. 5. Harpenden.
- KACSINSZKIJ, N. A., 1938. In: KACSINSZKIJ N. A., 1951. Pocsva, ejo szvojsztva i zszn. Izd. Akad. Nauk. SzSzSzR. Moszkva.
- KACSINSZKIJ, N. A., 1958. Mechanicszkij i mikroagregatnűj szosztav pocsvű, metodű ego izucsenija. Izd. Akad. Nauk. SzSzSzR, Moszkva.
- KLIMES-SZMIK A., 1953. A talaj fizikai tulajdonságainak vizsgálata. In: Talajvizsgálati módszerkönyv. (Szerk.: BALLENEGGER R.) 43–45. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- KLIMES-SZMIK A., 1957. Főbb talajtípusaink fizikai jellemzése. In: DI GLÉRIA J., KLIMES-SZMIK A. & DVORACEK M.: Talajfizika és talajkolloidika. 7. fejezet. 333–338. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- KLIMES-SZMIK A., 1962. A talajok fizikai tulajdonságainak vizsgálata. In: Talaj- és trágyavizsgáló módszerek. (Szerk.: BALLENEGGER R. & DI GLÉRIA J.) 83–134. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- KLUTE, A., (Ed.) 1986. Methods of Soil Analysis. Part I. Amer. Soc. Agron, Inc. and SSSA, Inc. Madison, Wisc.
- KOTZMANN (MADOS) L., 1938. A higroszkópos nedvesség, mint a talaj kötöttségi állapotának jellemzője. Mezőgazd. Kut. XI. 217–229.
- MCDONALD, R. C. et al., 1990. Australian Soil and Land Survey Field Handbook. 2nd ed. Inkata Press. Melbourne.
- MOTT, C. J. B., 1988. The inorganic components of the soil. In: Russel's Soil Condit. Plant Growth. (Ed.: WILD, A.) 213–281. Longman Sci. Techn. Harlow, Essex.
- MSZ-08.0205-78., 1979. A talaj fizikai és vízgazdálkodási tulajdonságainak vizsgálata. Ágazati Szabvány. Budapest.
- MÜCKENHAUSEN, E., 1982. Bodenkunde. DLG-Verlag. Frankfurt am Main.
- RICHARDS, L. A. (Ed.) 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA Handbook No. 60. USDA. Washington, D. C.
- ROTHKEGEL, W. & HERZOG, H., 1935. Das Bodenschätzungsgesetz. Heyman Verlag. Berlin.
- ROWELL, D. L., 1994. Soil Science, Methods and Applications. Longman Sci. and Techn. Publ. Harlow, Essex.
- SCHACHTSCHABEL, P. & RENGGER, M., 1966. Beziehung zwischen V- und pH-wert von Böden. Z. Pflz. Düng. Bodenk. 112. 238–248.
- SCHAEFFER, F. & SCHACHTSCHABEL, P., 1956. Lehrbuch der Agrikulturchemie und Bodenkunde. I. Teil. Bodenkunde. IV. Aufl. Ferdinand Enke Verlag. Stuttgart.
- Soil Survey Staff, 1951. Soil Survey Manual. USDA Handbook No. 18. U.S. Government Printing Office. Washington, D. C.
- STEFANOVITS P., 1975. Talajtan. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- VÁRALLYAY GY. ID., 1938. A gyakorlati talajtípusok jellemzése mechanikai összetételük alapján. Kisérlet. Közlet. XLI. 35–42.

- VÁRALLYAY GY., 1993. A talaj mechanikai összetételének vizsgálata. In: Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerek. I. (Szerk.: BUZÁS I.) 35–44. INDA 4231 Kiadó. Budapest.
- VERHEYE, W. & AMERYCKX, J., 1984. Mineral fractions and classification of soil texture. *Pédologie*. **2**. 215–225.
- WIEGNER, G., 1920. Anleitung zum quantitativen agrikulturchemischen Praktikum. Heyman Verlag. Berlin.

Érkezett: 1999. január 11.

Recommendation for Improving the Accuracy of Soil Classification on the Basis of Particle Composition

G. FILEP and G. FERENCZ

University of Agricultural Sciences, Debrecen

Summary

The aim of the present work was to quantify the correlations between the < 0.02 mm silt content (Lr) %, the hygroscopicity (hy), the plasticity index according to Arany (K_A) and the particle composition (texture) of the soil, and to use these to construct a particle triangle.

The calculations showed a very close correlation between hy and the clay content of the soil, so the limiting values currently used for hy (Table 3) were employed when determining the clay contents characteristic of each texture class and constructing the particle triangles (Figs. 4 and 5).

It was found that, among the three simple physical soil parameters used to estimate texture categories, the silt content does not provide an accurate classification, due to differences in the clay/silt ratio, so a knowledge of both the Lr % and the clay % is required. On the other hand, classification on the basis of the hy and K_A values listed in Table 4 (taking into account the relevant clay % values) is comparable with the texture categories determined on the basis of the recommended particle triangles for soils with a silt content of less than 40 %.

It should be emphasized that further studies will be required on a larger number of data to improve the accuracy of the method, and the analyses should be expanded to include the 0.05–0.002 mm silt fraction.

Table 1. Size limits (mm) of the major particle fractions in the best-known classification systems. (1) Particle fractions. a) Sand; b) Silt; c) Clay. (2) UK standard. (3) German standard.

Table 2. Determination of texture categories on the basis of silt content (physical clay) %, according to various authors. (1) Texture category. a) Coarse sand; b) Sand/heavy sand; c) Loamy/clayey sand; d) Sandy loam; e) Loam; f) Clayey (heavy) loam; g) Loamy/sandy clay; h) Clay (medium clay); i) Heavy clay.

Table 3. Classification of soil particle composition on the basis of hy and K_A values (STEFANOVITS, 1957). (1) Texture category. a) Coarse sand; b) Sand; c) Sandy loam; d) Loam; e) Clayey loam; f) Clay; g) Heavy clay.

Table 4. The hy, clay % and K_A values comparable with the recommended particle triangles for soils with various textures. (1) Texture category. a) Sand; b) Loamy sand; c) Sandy loam; d) Loam; e) Clayey loam; f) Clay; g) Heavy clay. (2) Clay %.

Fig. 1. Correlations between hy and clay % (a) and between hy and (clay+silt) %. 1. Exponential. 2. Linear.

Fig. 2. Correlations between K_A and clay % and K_A and (clay+silt) % in the samples examined.

Fig. 3. Functional relationship between the silt content % and the clay content. 1. Average (if Lr % < 70); Lr % with 2. Clay dominance; 3. Silt dominance.

Fig. 4. Two-variable particle triangle illustrating the silt % and clay % values. (Texture categories: H = Sand; vH = Loamy sand; hV = Sandy loam; V = loam; haV = Sandy clayey loam; aV = Clayey loam; A = Clay; nA = Heavy clay; iV = Silty loam; iaV = Silty clayey loam; I = Silt.)

Fig. 5. Three-variable diagram recommended for the evaluation of the texture of Hungarian soils on the basis of Atterberg's particle sizes. (Texture categories: H = Sand; vH = Loamy sand; hV = Sandy loam; V = loam; haV = Sandy clayey loam; aV = Clayey loam; A = Clay; nA = Heavy clay; iV = Silty loam; iaV = Silty clayey loam; I = Silt.)